

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES  
CARRION**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE  
AGRONOMIA**



**“LA FERTILIZACION EN RELACION A LAS ALTURAS DE  
PODA EN PLANTACIONES DE CAFÉ (Coffea arabica L.) EN  
VILLA RICA”**

**Presentado por:  
EDITH PAMELA ABREGU SANCHEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO  
DE INGENIERO AGRONOMO**

**Chanchamayo - Perú  
2015**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos Padres por su apoyo incondicional y constante para mi formación  
como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A los señores Hector Centeno Avendaño y Roger Roncal Muñoz, por haberme facilitado el campo experimental, para la realización del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la E.F.P de Agronomía Filial La Merced, Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNDAC.
- Al asesor Ph. D. Robert Rafael Rutte, por su orientación y apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los Miembros del jurado calificador, por su apoyo en la ejecución y corrección de la tesina.

## INDICE

Resumen	
Índice de cuadros	iv
Índice de figuras	vi
Índice de anexos	vi
	<b>Página</b>
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	4
CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. EL CAFÉ.....	5
2.1.1 Origen y Taxonomía.....	5
2.1.2 Morfología.....	6
2.2 PODA EN CAFETALES.....	12
2.2.1 Concepto.....	12
2.2.2 Finalidad.....	12
2.2.3 Clases de poda.....	13
2.2.4 Epoca de poda.....	15
2.2.5 Deshije.....	16
2.3 ANTECEDENTES.....	16
2.4 FERTILIZACION EN CAFETALES CON PODA.....	19
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1 LUGAR DE ESTUDIO.....	24
3.2 PARCEL EXPERIMENTAL.....	24
3.3 MATERIALES.....	25

3.3.1 Material vegetal.....	25
3.3.2 Materiales de campo.....	25
3.3.3 Materiales de escritorio.....	25
3.4 METODOLOGIA.....	26
3.4.1 Poda y fertilización en plantaciones de café.....	26
3.4.2 Variables evaluadas.....	27
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TRATAMIENTOS.....	29
3.6 ANALISIS ESTADISTICO.....	30
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
4.1 Número, longitud y diámetro de brotes.....	32
4.2 Número de ramas y nudos productivos.....	37
4.3 Numero de flores.....	42
4.4 Número y peso de frutos por rama.....	45
4.5 Rendimiento.....	48
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....	53
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....	54
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55
CAPITULO VIII. ANEXOS .....	61

## **INDICE DE CUADROS**

<b>N°.</b>	<b>Página</b>
1. Ubicación geográfica de la parcela experimental.....	27
2. Caracterización de la parcela.....	28
3. Tratamientos evaluados en la investigación.....	35
4. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de brotes en plantaciones de café con poda.....	38
5. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio de la longitud de brotes en plantaciones de café con poda.....	39
6. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del diámetro de brotes en plantaciones de café con poda.....	40
7. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de ramas en plantaciones de café con poda.....	43
8. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de nudos por rama en plantaciones de café con poda.....	45
9. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de flores en plantaciones de café con poda.....	48
10. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de granos en plantaciones de café con poda.....	51
11. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del peso de granos en plantaciones de café con poda.....	51

12. Efecto de la fertilización en el número y peso de frutos de plantaciones de café con poda.....	52
13. Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del rendimiento en plantas de café con poda.....	54

## INDICE DE FIGURAS

Nº.	Página
1. Efecto de los tratamientos en el número de brotes en plantaciones de café con poda.....	28
2. Efecto de los tratamientos en la longitud y diámetro de brotes en plantaciones de café con poda.....	29
3. Efecto de los tratamientos en el número de ramas productivas en plantaciones de café con poda.....	31
4. Efecto de los tratamientos en el número de nudos productivos de las ramas de plantas en plantaciones de café con poda.....	31
5. Efecto de la fertilización en el número de ramas y nudos productivos en plantaciones de café con poda.....	46
6. Efecto de los tratamientos en el número de flores por rama en plantaciones de café con poda.....	48
7. Efecto de la fertilización en el número de flores por rama en plantaciones de café con poda.....	49
8. Efecto de los tratamientos en el rendimiento en plantaciones de café con poda.....	54
9. Efecto de la fertilización en rendimiento en plantaciones de café con poda.....	55
10. Rendimiento promedio de plantaciones de café.....	57



## LISTA DE ANEXOS

Nº	Página
1. Resultado del análisis de suelo de la parcela experimental.....	62
2. Programa de fertilización de la parcela experimental.....	63
3. Análisis de varianza para el número de brotes a los 3 meses de poda (transformación $\sqrt{x}$ ).....	64
4. Análisis de varianza para la longitud y diámetro de brotes a los 3 meses (transformación $\sqrt{x}$ ).....	64
5. Análisis de varianza para el diámetro de brotes a los 3 meses (transformación $\sqrt{x}$ ).....	65
6. Análisis de varianza para el número de ramas productivas (transformación $\sqrt{x}$ ).....	65
7. Análisis de varianza para el número de nudos productivos (transformación $\sqrt{x}$ ).....	66
8. Análisis de varianza para el número de flores (transformación $\sqrt{x}$ ).....	66
9. Análisis de varianza para el número de frutos (transformación $\sqrt{x}$ ).....	67
10. Análisis de varianza para el peso de frutos (transformación $\sqrt{x}$ ).....	67
11. Análisis de varianza para el rendimiento (transformación $\sqrt{x}$ ).....	68
12. Estimado de producción en kg por planta y quintales de café pergamino por hectárea.....	69

13. Estimado de producción en kg por planta y quintales de café pergamino por hectárea.....	69
---	----

## **LA FERTILIZACION EN RELACION A LAS ALTURAS DE PODA EN PLANTACIONES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN VILLA RICA**

### **RESUMEN**

Uno de los factores determinantes en la producción de café es la disponibilidad de los nutrientes esenciales y la renovación de tejidos mediante la poda de renovación. Para determinar la influencia de la fertilización mineral, después de la poda del café, sobre el rendimiento del cultivo, se realizó un estudio desde el 2011 hasta el 2013. Donde, se evaluó tres alturas de poda (30, 60 y 90 cm.) con fertilización y sin fertilización, en plantaciones de café variedad Caturra, distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se encontró diferencia ( $P \leq 0.001$ ) entre las parcelas podadas con fertilización y las parcelas podadas sin fertilización en algunas de las variables evaluadas. Excepto, dentro de las mismas parcelas que fueron fertilizadas. Se observó que, con la fertilización mineral, las parcelas que fueron podadas permitieron un mayor crecimiento y desarrollo de la planta, mayor número de ramas y nudos productivos, y una buena floración. En relación al rendimiento se encontró una mayor producción en las plantaciones que fueron podadas, como respuesta a la fertilización. Se concluye que con la fertilización después de la poda, el café logra producir más ramas y nudos productivos, con buen follaje y floración; a la vez que incrementa la producción de frutos en cerezo.

**Palabras claves:** Fertilización, alturas de poda, control cultural, caturra.

## I. INTRODUCCION

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.), es originario de África. Es un arbusto que crece en las regiones tropicales, en climas cálidos y húmedos de muchos países como: Brasil, Vietnam, Colombia, Salvador, Guatemala, Honduras entre otros (Figueroa, 1990; MINAGRI, 2013).

Para el caso de Perú, desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1800 msnm. Sin embargo, el 75 % de los cafetales está sobre los 1000 msnm (Figueroa, 1990). El café ha sido por más de un siglo, el principal producto de la economía nacional, y su producción es una de las actividades más relevantes en el distrito de Villa Rica. Por lo tanto, cualquier problema de manejo agronómico que lo afecte, es de especial significancia para la economía y sustento de un número importante de familias que se ocupan de su cultivo.

Uno de los factores más importantes en la producción de café es la disponibilidad de los nutrientes esenciales e importantes. Los suelos fértiles soportan plantaciones de café con altas producciones durante cierto tiempo, mientras que en suelos poco fértiles es necesario aplicar aquellos nutrientes que son deficientes, con la finalidad de obtener producciones deseadas de acuerdo a las condiciones predominantes (Sadeghian, 2008). Resultados de estudios en diversos lugares del mundo reportan que menos del 30 al 50% de la productividad de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes (Stewart *et al.*, 2005; Fixen & Garcia, 2007).

De los macronutrientes, el nitrógeno (N) es el elemento mayor que más influye sobre las productividades de los diferentes cultivos agrícolas (Reis *et al.*, 2006; Leal-Varón *et al.*, 2009), en parte por las altas cantidades que se requieren de este nutriente, como por lo que puede aportar el suelo para garantizar las productividades (Rivera, 2006).

Adicionalmente, la respuesta de los cafetales al suministro de los nutrientes guarda relación con otros factores del manejo agronómico que se realizan durante la etapa del crecimiento y desarrollo del cultivo (Arcila, 2000). Dentro de estas prácticas agronómicas se considera la renovación de los cafetales mediante la poda, con la finalidad de mantener la producción económicamente rentable.

La mayoría de las investigaciones sobre el uso de los fertilizante en este cultivo en otros países y en el nuestro se han caracterizado por enfocar más otros aspectos, ya sea para encontrar respuestas del café a nuevas formulaciones de fertilizantes, obtener de dosis de fraccionamiento, importancia del nitrógeno, requerimientos nutricionales, establecimiento de métodos de diagnóstico; y la participación del suelo en la nutrición de las plantas (Guridi, 2000; Rivera, 2006).

Aunque en Colombia y en otros países productores de café se han realizado estudios sobre la respuesta de cafetales podados a la fertilización, no es amplia la información porque existe diversidad de criterios en cuanto a las dosis empleadas, tipo de fertilizante y al momento de aplicación después de realizar algún tipo de poda. Al respecto Rivera, *et al* (1994), refieren una serie de informaciones acerca

del momento de la aplicación de fertilizantes en diversos países cafetaleros. Sin embargo, por la naturaleza de esta investigación se considera más conveniente centrar la atención en la fertilización y la poda, como parte del manejo agronómico que conjuntamente con otros factores pueden limitar el crecimiento y la productividad del café.

Los estudios sobre la fertilización mineral en cafetales con poda de renovación, son escasos bajo nuestras condiciones o no están publicadas. Existiendo la necesidad de saber acerca de cuál es el momento más apropiado para iniciar la aplicación de los fertilizantes en plantas con poda de renovación, para lograr una economía de estos insumos, sin que se afecte el vigor de la planta y la producción.

Entonces surge la pregunta sobre si la fertilización debe hacerse antes de practicar la poda, inmediatamente después de éste o pasado algún tiempo cuando empiecen a brotar las yemas del tallo. Por esta razón se realizó la siguiente investigación, con el objetivo de evaluar la influencia de la fertilización mineral, después de la poda del cafeto, sobre el rendimiento del cultivo.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la fertilización en relación a las alturas de poda en plantaciones de *Coffea arabica* L.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar la influencia de la fertilización en tres alturas de poda en plantaciones de *Coffea arabica* L.
- Determinar el efecto de la fertilización en el rendimiento de las plantaciones de *Coffea arabica* L.

## I. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

#### 2.1.1 ORIGEN Y TAXONOMIA

El café es originario de las tierras altas de Etiopía y Sudán, África (Figuroa, 1990; MINAGRI, 2013). Perteneció al grupo de las plantas fanerógamas y presenta la siguiente clasificación taxonómica: (Matiello *et al.*, 2010).

- Reino : Plantae
- Subreino : Franqueahionta
- División : Spermatophyta
- Subdivisión : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliatae
- Orden : Gentianales
- Familia : Rubiaceae
- Género : *Coffea*
- Especie : *arabica*

Las especies del género *Coffea* pueden ser agrupadas en cuatro secciones: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Argocoffea* e *Paracoffea*. Dentro de estas, la sección de mayor importancia económica es la *Eucoffea*, pues en ellas están contenidas las especies *C. arabica* L. y *C. canephora* Pierre (Matiello *et al.*, 2010). En la Selva Central, son cultivados principalmente cafés de la especie *C. arabica*.



El género *Coffea*, consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales; siendo dos las más cultivadas, *C. arabica* y *C. canephora*. La primera especie es la más cultivada en el mundo, se siembra mayormente en Colombia, Centroamérica, Perú y Brasil. La segunda, es más resistente a las plagas y se cultiva más en África e Indonesia. El café tiene muchas variedades comerciales como Típica, Catimor, Paché, Bourbon, Caturra, etc. (Figuroa, 1990).

### **2.1.2 MORFOLOGÍA**

#### **a. Raíz**

La raíz en el cultivo de café, es un órgano de mucha importancia; a través de ella la planta absorbe el agua y los nutrientes mayores y menores necesarios para su crecimiento y producción.

En la raíz se acumulan sustancias que más tarde van a alimentar las hojas y los frutos, y que hacen que el árbol permanezca anclado y en su sitio.

El cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente en los suelos sin limitaciones físicas, pudiendo llegar hasta profundidades de 50 centímetros. De esta raíz principal salen otras raíces gruesas o laterales que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes, llamadas también raicillas o pelos absorbentes.

Las raíces absorbentes del cafeto son bastante superficiales y se encargan de tomar el agua y los nutrientes minerales. En los primeros diez centímetros de profundidad del suelo se encuentran un poco más de la mitad de estas raicillas y el 86% en los primeros 30 centímetros.

#### **b. Tallo y ramas**

El café es una planta arbustiva, de tallo leñoso, lignificado, recto y casi cilíndrico. Sus ramas son dimórficas, caracterizándose por la formación de ramas ortótropicas y plagiotrópicas. Las ramas ortótropicas crecen verticalmente y originan las plagiotrópicas, que a su vez crecen horizontalmente y son responsables de la producción de la planta (Matiello *et al.*, 2010).

Las ramas se originan de las yemas múltiples existentes a lo largo del tronco, conocidas como seriadas y tienen la función de promover la recuperación de las plantas, cuando estas sufren algún daño o cuando son podadas. Las yemas son las responsables de la formación de nuevas ramas ortótropicas cuando ocurre el rompimiento de la dominancia apical través de la poda (Thomaziello; Pereira, 2008).

La poda hace que los cafetales emitan un gran número de "ramas ladrones", que compiten por luz, agua y nutrientes con las ramas de producción, esas ramas deben ser manejadas correctamente para que la planta se recupere. Para la formación plagiotrópica no hay yema latente, la única formada dio origen a la rama

plagiotrópica. Así que, si se elimina esta rama a lo largo del tallo principal, no va a crecer otro en su lugar (Matiello *et al*, 2005).

### **c. Hoja**

La hoja es un órgano fundamental en la planta porque en ella se realizan los procesos de fotosíntesis, transpiración y respiración.

En las ramas, un par de hojas aparece cada 15 ó 20 días aproximadamente. Independiente de la densidad de siembra, un cafeto de un año de edad tiene 440 hojas en promedio.

A partir del segundo año de edad, la densidad de siembra, al igual que la condición de sol o sombra, influyen notablemente en la cantidad de hojas por planta. Las hojas duran en un cafetal alrededor de un año. La duración de las hojas se reduce con la sequía, con las altas temperaturas y con una mala nutrición. Se puede aumentar el crecimiento de ramas y hojas con la aplicación de fertilizantes, las podas, desyerbos y aumento de la luz en el cafetal.

### **c. Floración**

La floración es el proceso fisiológico fundamental de la planta de café, porque es un fenómeno complejo poco entendido, ya que sigue un patrón diferente, conocido en otros cultivos. Donde, una vez que los botones florales se han formado, crecen hasta cierto tamaño y entran en un estado de latencia o reposo por semanas, que coincide generalmente con un período seco. En esta etapa, las yemas

presentan una corola con pétalos fusionados, de forma ahusada y de color verde claro. Cuando se presentan lluvias dentro del período seco se rompe la latencia y las yemas renuevan su crecimiento en forma acelerada, durante 8 ó 10 días, momento en el que ocurre la apertura de la flor o antesis (Arcila, 2004). Después de la iniciación floral, las yemas se desarrollan durante muchos meses hasta llegar a un tamaño de 4 a 6 mm, logrando la fase final del desarrollo de la flor. En este estado las yemas florales se encuentran inactivas, en el que dura dos a tres meses en periodos secos. Cuando vienen las lluvias hay una estimulación por una hormona de inhibición que es el Ácido Abscísico (ABA) y después de cinco a doce días la flor es abierta. Pero este proceso no se da en todas las yemas al mismo tiempo, quedándose algunas yemas que tendrán su apertura posteriormente.

En la floración del café se presentan dos procesos importantes: la iniciación de las yemas florales (seguido de una etapa de latencia) y la apertura de las flores o antesis (Wrigley, 1988).

El café es una planta autógama, los diferentes autores que han estudiado el proceso de la floración del cafeto, afirman que está constituido por las etapas de inducción, diferenciación, desarrollo, latencia y antesis. La diferenciación y desarrollo están controlados por la disponibilidad hídrica y energética, las hormonas y los nutrientes (Camayo y Arcila, 1996). Una planta de café florece en diferentes épocas, en una misma rama se pueden encontrar frutos con distintos estados de desarrollo.

Principalmente en los climas trópicos que no están bien marcada las estaciones del año. En una planta se pueden encontrar, frutos maduros, verdes, medianos, pequeños y flores, ocurriendo todas estas etapas en el mismo nudo productivo.

El desarrollo normal de la flor puede ser alterado por factores genéticos, ambientales, patológicos o nutricionales, dando como resultado diferentes tipos de anomalías como atrofas o abortos, flores estrellas, flores rudimentarias, petalodia o flores que abren prematuramente (Arcila, 2004).

En ocasiones, puede ocurrir secamiento de los botones florales, caída de flores, pérdida o reducción de la capacidad de floración o inducción permanente de ésta (Arcila, 2004).

#### **d. Fruto**

Del resultado de la unión del grano de polen con el óvulo se forman el fruto y las semillas. Una vez que los óvulos han sido fertilizados, empieza a desarrollar el fruto (Grupo Latino, 2011).

Durante los 2 primeros meses, el ovario crece muy lento, después se hace visible en una etapa inactiva. El segundo hasta el tercer mes el desarrollo del ovario crece más rápido y el tegumento ocupa casi todo el espacio del ovulo. El saco embrionario crece y rellena con el endospermo (Grupo Latino, 2011). Desde el tercero hasta el quinto mes después de la fertilización el fruto crece en peso y

volumen. El endospermo sustituye el tegumento. Después de 6 a 8 meses el fruto está maduro.

Los frutos llamados cerezas cuando están maduros, son de forma ovoide, con una cicatriz en forma de disco, hacia el ápice, que es una señal de inserción en el ovario del tubo de la corola y el estilo (Grupo Latino, 2011).

Los frutos maduros son de color rojo o amarillo, a veces con tonalidades anaranjadas dependiendo de la variedad. El fruto está formado por piel, pulpa (exocarpio y mesocarpio), pergamino (endocarpio), mucílago, película plateada (testa), grano o semilla (endosperma) y embrión (Grupo Latino, 2011).

El fruto de café es una drupa, en la cual los tejidos externos en la madurez se separan, por una capa mucilaginoso del endocarpio delgado, duro y coriáceo, llamado pergamino (Fournier, 1998). La pulpa de la cereza madura está formada por el exocarpio (epidermis), que es la capa externa del fruto y representa el 43,2% del fruto en base húmeda. El color de la epidermis varía desde verde o amarillo hasta rojo o rojo intenso y algunas veces hasta violeta o negro. El color depende de la variedad de café y del grado de madurez del fruto.

El estado de madurez fisiológica del fruto de café puede definirse como las alteraciones morfológicas y fisiológicas que ocurren a partir de la fecundación, seguidas por un momento en el cual las semillas están en condiciones de ser cosechadas.

## **2.2. PODA EN CAFETALES**

### **2.2.1 CONCEPTO**

La poda es eliminar total o parcialmente la planta o los tejidos improductivos. A través de la poda, la dominancia apical se suprime como resultado de cambio en el equilibrio hormonal, lo que estimula la emisión y el desarrollo de los brotes a partir de las yemas latentes.

La poda en el cultivo de café es una actividad fundamental durante el manejo agronómico del cultivo, que debe ser considerada y convenientemente planificada, para asegurar abundantes cosechas que permitan al caficultor una alta rentabilidad a largo plazo.

### **2.2.2 FINALIDAD**

La poda permite la sustitución de tejido improductivo por ramas vigorosas altamente productivas, también favorece la aireación y entrada de luz en la plantación, así como la eliminación de partes indeseables y dañadas por insectos plagas y enfermedades (Figueroa, 1990; Meller y Guimaraes, 1985).

Con el manejo de la poda se percibe un aumento significativo en el volumen de café cereza, lo cual es muy importante para los productores que buscan café de calidad usando el método húmedo.

La finalidad de realizar la poda en el cultivo de café es mantener o restablecer los altos niveles de producción y productividad de las plantaciones, combinado con el fácil trabajo en su manejo (Matiello *et al.*, 2005).

### **2.2.3 CLASES DE PODA**

#### **a. Descope o poda alta**

Consiste en la eliminación de la yema terminal de una planta para detener su desarrollo vertical y estimular el crecimiento lateral, y el desarrollo de abundante ramificación secundaria, terciaria y cuaternaria. La altura de la poda alta depende del desarrollo de las plantas, de la pendiente del terreno y del alcance de las manos de los recolectores en la cosecha; debe hacerse lo más alto posible para aprovechar una mayor cantidad de ramas productivas. Inicialmente se deja crecer libremente la planta y al llegar a 1.70 m se descopa (Palma, 2001).

El descope se realiza en un lote completo cuando se tiene la certeza de que la cosecha del año siguiente va a ser muy baja, razón por la que se practica inmediatamente después de la cosecha (Carvajal, 1984). También menciona que si el descope se realiza a 1.70 m de altura no se debe permitir el desarrollo de los brotes que surgen en las yemas que salen del corte, pero, si el descope se realiza a 1.50 m se dejan los brotes a su libre crecimiento por tres años o más; posteriormente se practica una nueva poda a la misma altura. Lo importante de esta poda es mantener la producción en una zona más accesible al momento de cosecha.



## **b. Recepa o poda baja**

Consiste en el corte del tallo a una altura de 30 a 40 cm del nivel del suelo, con la finalidad de provocar la emisión de nuevos brotes y renovar completamente los tejidos improductivos de la planta de café (Cenicafé, 1992).

Se realiza en plantaciones agotadas que han bajado sensiblemente su producción, en aquellas plantas que perdieron sus ramas productivas inferiores. (Ramírez, 1996).

También, está indicado para plantaciones deterioradas debido a problemas climáticos, patológicos, completamente deformadas y con pocas ramas laterales (Ramírez, 1996).

La poda baja puede ser de dos tipos de 0.20 a 0.80 m, pudiendo ser baja o alta, esta última también llamada recepa con pulmón, porque se deja algunas ramas laterales vivas (1 a 3) en la parte inferior del corte, que ayuda a una rápida recuperación y brotación de la planta, evitando la muerte del sistema radicular (Ramírez, 1997).

Varios autores sugieren la conveniencia de conservar las ramas primarias activas que se encuentran en el tronco al realizar la poda baja, pues aseguran que las ramificaciones inferiores e insertadas abajo del corte de las recepas, favorecen la brotación en comparación de plantas que no las poseen, e incluso la palmilla que se forma produce buena cosecha al año siguiente (Ramírez, 1996).

#### **2.2.4 ÉPOCA DE LA PODA**

La época más apropiada para realizar la poda en café es inmediatamente después de la cosecha, porque, la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo (Ramírez, 1994 y 1996).

La edad en que se debe comenzar a podar el café, está relacionada con el ambiente y con el manejo que se le ha proporcionado al cultivo. Generalmente se acepta que debe comenzar a podarse el cafetal después de obtener cuatro o cinco cosechas, pero este criterio es más aplicable cuando se utiliza poca sombra; en cafetales sombreados (40 %), con buen manejo, es posible iniciar las podas un poco más tarde. Sin embargo, no se puede generalizar, pues debe procederse a evaluar el estado de la plantación y el registro productivo de cada lote (Ramírez, 1996).

Entre los factores ambientales que influyen en la poda pueden mencionarse la sombra, la fertilidad del suelo, la altura sobre el nivel del mar y el clima; el manejo incluye la variedad, la nutrición y la fertilización, la densidad de siembra y el manejo fitosanitario (Ramírez, 1994 y 1996).

Los cafetales a pleno sol deben comenzar a podarse antes que los que se cultivan con sombra. De igual modo, entre menor sea la altitud sobre el nivel del mar debe adelantarse el manejo de tejido; lo mismo ocurre en los suelos de menor fertilidad. En general, en condiciones de manejo deficientes la planta se agotará prematuramente y demandará renovación de tejido productivo (Ramírez, 1994 y 1996).

### **2.2.5 DESHIJE**

El primer deshije debe hacerse cuando los brotes alcanzan una edad de dos a tres meses; dejando uno o dos de repuesto por la posible pérdida de los que fueron seleccionados.

El segundo deshije debe realizarse después de uno o dos meses del primero, para dejar el número definitivo de nuevos brotes, que dependerán de la densidad de siembra, y que permita obtener buenas producciones (Ramírez 1994 y 1996).

### **2.3. ANTECEDENTES**

En Costa Rica se estableció un primer experimento en el año 1978, pero, no es sino hasta 1989 cuando se desarrolla una línea de investigación agronómica multilocal para realizar estudios comparativos de respuestas productivas del café a diferentes sistemas, incluida la poda por lotes (Carvajal, 1984; Melles y Guimaraes, 1985; Ramírez, 1994 ).

La investigación sobre poda de cafetos realizada bajo diferentes condiciones de clima y suelos en países como Brasil, Colombia, Guatemala, Kenia y Costa Rica (Carvajal, 1984; Figueroa, 1990; Ramírez, 1994), ha permitido conocer la excelente respuesta de la planta a esta práctica, mediante el estudio de sistemas de poda total de los ejes principales, poda de ramas, poda de bandolas, diferentes alturas de corte y otras modalidades o variantes complementarias a estas labores de manejo de plantaciones.

Se evaluó el efecto de épocas de poda sobre la respuesta agronómica de cafetos de la variedad Catuai de 22 años de edad, al iniciarse el cuarto ciclo de poda baja. Se encontró que las podas realizadas en abril presentaron un mayor número de brotes, y mayor desarrollo en grosor y altura de los nuevos ejes (Ramírez, 1997).

En general se estima que la respuesta agronómica del cafeto, después de cuatro tratamientos de poda baja en un sistema cíclico de manejo de hileras a cinco años, es muy favorable para continuar con la producción económica del cultivo (Ramírez, 1997).

En Costa Rica se ha realizado investigaciones con sistemas de poda que ha incluido: (a) poda total por planta, (b) poda por parches, (c) poda por rama y (b) poda sistemática por calle (Beaumont-Fukunaga, B. F. de Hawaii). También se ha evaluado alturas de corte con y sin bandolas en la sección del tronco; así como otras modalidades de manejo (Carvajal, 1984; Ramírez, 1994 y 1996).

Los trabajos realizados del efecto del sistema de poda y la edad sobre la producción de café cv. Catuai, después de ocho periodos de cosecha presentaron diferencias significativas. La producción fue mayor con el uso de ciclo de poda de tres años alterno y cuando la poda se inicio cinco años después de la siembra, siendo este la mejor edad para dar comienzo a la renovación del tejido productor (Ramírez, 1994).

De estos experimentos conducidos a largo plazo y en diferentes ecosistemas, se ha concluido que la poda total por planta produce el más alto rendimiento con respecto a las otras alternativas. Destaca además la respuesta en la producción cuando el corte se realiza a la mayor altura posible que permite aprovechar tejido aun no agotado (Carvajal, 1984; Ramírez, 1996).

Ensayos en cafetales agotados, el descope y descope con despunte resultaron ser mejores que las podas drásticas como la recepa a 0,40 m o 0,70 m y el testigo sin poda. Además de permitir un retorno mejor a corto plazo (Sertorio *et al.*, 1995).

Pero, en otros trabajos donde se evaluó el crecimiento vegetativo y producción de cafetales recepados (0,40 m), se encontraron efectos positivos sobre estas características vegetativas evaluadas, al realizar las podas inmediatamente después de la cosecha (Pereira, *et al.*, 2007).

Sin embargo, con la aplicación de estas tecnologías, se genera también la necesidad de conocer la respuesta del cafeto a la edad de inicio de la poda y fertilización cuando se utilizan los sistemas mejor adaptados a las condiciones de la zona, toda vez que esta decisión no se ha tomado sobre la base de información obtenida a través de la investigación.

Consecuentemente aumenta la probabilidad de iniciar la poda prematura o tardíamente, o de implementar un sistema inadecuado en función del estado de agotamiento que presenta la plantación.

#### 2.4. FERTILIZACION EN CAFETALES CON PODA

Resultados de estudios en diversas regiones del mundo reportan que al menos del 30 al 50% de la productividad de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes (Stewart *et al.*, 2005; Fixen & García, 2007). De los macronutrientes, el N es el elemento que más influye sobre las productividades de los cultivos agrícolas (Reis *et al.*, 2006; Leal-Varón *et al.*, 2009), en parte por las altas cantidades que se requieren de este nutriente, como por lo que puede aportar el suelo para garantizar las productividades (Rivera, 2006).

Los nutrientes más requeridos por las plantas de café son nitrógeno (N), P, K, calcio (Ca), magnesio (Mg) y S (macronutrientes), además boro (B), cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn) (micronutrientes). El silicio es un elemento beneficioso para las plantas de café, actuando en la protección de las mismas contra factores adversos. Entre esos nutrientes, los más requeridos son N y/o K, siendo el primero el más importante en los años de baja cosecha (formación de la vegetación) y el segundo en los años de alto rendimiento (formación de frutos) (Matiello *et al.*, 2010).

El promedio de 4 cosechas en un estudio realizado en Varginha (cultivares Mundo Novo y Catuai), para un rendimiento promedio de 18,5 sacos beneficiados mil pies<sup>-1</sup>, fueron necesarios, por planta de café y por año, 123 g de N y 104 g de K<sub>2</sub>O. Para los demás nutrientes, la cantidad media anual fue de 56 g de CaO, 35 g de MgO, 12 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6 g de S, 1.850 mg de Fe, 190 mg de Mn, 185 mg de Zn, 121 mg de B y 163 mg de Cu (Matiello *et al.*, 2010). De esa forma se evidencia

que los nutrientes más requeridos por las plantas de café fueron N y K, variando de acuerdo con la intensidad de la cosecha.

Matiello *et al.* (2010) reportaron que en promedio, por cada saco producido, los cafetales adultos y productivos, necesitan para su crecimiento y producción 6,2 kg de N, 0,6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5,9 kg de K<sub>2</sub>O, 3,0 kg de CaO, 1,9 kg de MgO, 0,3 kg de S, 110 g de Fe, 10 g de Mn e Zn, 8,8 g de Cu y 6,5 g de B. Los autores también comentan que la necesidad de nutrientes por saco no varía mucho de región a región. Lo que varía son los niveles de productividad alcanzados en los cultivos, pudiéndose así, utilizar estos índices para estimar la necesidad de nutrientes en plantaciones de cafetales adultos.

En el caso de las plantas podadas los nutrientes se reducen considerablemente en función de la modificación de los procesos fisiológicos, ya que no hay cosecha durante el primer año, por lo tanto, no hay exportación de elementos nutricionales. Este hecho explica la falta de respuesta a la fertilización en plantas podadas, tal como lo señalan Alfaro y Moreira (1985), citados por Ramírez (1996), quienes en un estudio realizado en Costa Rica mostraron que el abonamiento del tronco de poda no aumenta significativamente la producción en la primera cosecha; por lo tanto, la fertilización de los brotes durante el primer año no es necesaria. Pero, otros investigadores afirman que la edad apropiada para fertilizar plantas recepadas es a los tres meses después del corte y la selección de los brotes. Por lo que debería establecerse un programa de fertilización en base a un análisis de suelos. No obstante, si no se cuenta con éste, inicialmente, recomiendan aplicar 25-30 g de

urea por sitio, esta dosis debe repetirse 4 meses después. En el caso que el suelo sea pobre en materia orgánica (contenidos menores de 6%) afirman que se puede aplicar pulpa descompuesta o cualquier fuente de abono orgánico. Si el suelo es deficiente en fósforo (contenidos menores de 30 ppm), deben adicionarse 15 g de DAP o superfosfato triple a los 6 meses. Cuando el calcio es deficiente (contenidos inferiores a 3 meq/100 g) es necesario adicionar 200 g de cal por planta a los 8 meses. A partir del segundo año los criterios para la fertilización son similares a los de los cafetales en producción (Uribe y Salazar, 1984; Cenicafé, 2005).

Los síntomas de deficiencia de elementos nutricionales son frecuentes en las plantas podadas, por lo que conviene realizar durante el año de dos a tres aplicaciones foliares, principalmente de nitrógeno y micronutrientes, para asegurar el adecuado desarrollo de los brotes. Asimismo, al inicio del desarrollo de los brotes, pueden ocurrir desequilibrios nutricionales, siendo necesaria la fertilización con fuentes nitrogenadas. Los restos del cultivo (ramas eliminadas con la poda), deben permanecer en la plantación como una cobertura. La descomposición de estos vegetales es relativamente rápida, devolviendo los nutrientes y mejorando la materia orgánica del suelo. Para facilitar las labores culturales en la plantación de café, solo se pueden retirar las ramas más gruesas, dejando el resto en el suelo (Nunes, *et al.*, 2005).

La materia orgánica del suelo es el resultado de la acumulación natural de restos vegetales (exudados, muerte de raíces, hojas, ramas, frutos, etc.) y animales (excrementos o muerte de la biota) que llegan al suelo. Pudiendo también tener su



origen en el hombre mismo, a través de la fertilización orgánica hecha con estiércoles (vacunos, aves y cerdos), compuestos orgánicos elaborados en la finca, con adición de residuos vegetales como la pulpa de café y con abonos verdes sembrados para incorporarlos al suelo. La materia orgánica tiene un efecto directo sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo, siendo considerada un factor fundamental para el mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos en cualquier ecosistema (Ricci, 2006).

En café es importante porque mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y aireación, permitiendo una mayor penetración y distribución de las raíces del cafeto. También actúa directamente sobre la fertilidad por constituir la principal fuente de macro y micronutrientes esenciales para las plantas, como también indirectamente, a través de la disponibilidad de los nutrientes, debido al aumento de pH, además de aumentar la capacidad de retención de los nutrientes, evitando sus pérdidas (Ricci, 2006).

En El Salvador, Gómez y Pérez (1995), evaluaron diferentes planes de fertilización de tres localidades en fincas sembradas con la variedad Pacas, manejada con podas por calles en ciclos de tres años. En las recepas del año se evaluaron la dosis completa (DC), 1/3 y 1/2 de la misma; en las recepas del próximo año, (DC), 1/3, 1/2 y sin fertilización; a las recepas de un año (DC), 1/3 y 1/2. Finalmente, la planta adulta, dosis completa. Estos niveles fueron estructurados en cinco programas diferentes, observándose al final del ciclo que no se registraron diferencias significativas entre los mismos en el desarrollo de los

brotos, capacidad de brotamiento, altura, diámetro y producción de café. El análisis económico identificó como mejor programa 1/3 de la dosis completa en la recepa del año, la no aplicación de fertilizante en la planta a recepar el próximo año y dosis completa en la planta adulta. El ahorro promedio en fertilizantes con este programa fue de 59.4 por ciento en relación con el testigo con dosis completa; no obstante, el autor concluye que, independientemente de la utilización o no de fertilizantes al suelo en las diferentes edades de recepa, hay que considerar la aplicación de fertilizantes foliares como complemento para el normal desarrollo de las plantas.

En Guatemala (San Juan y López 1991), en una plantación manejada en ciclos de cinco años, después de ocho cosechas no se encontraron diferencias en la producción de tres planes de fertilización, concluyendo que es posible suprimir la fertilización tanto en la hilera de poda del año, como en la hilera programada para poda del año siguiente, con lo que se aplica el 60 por ciento de la dosis completa por área para una aplicación generalizada.

Carvajal (1984) afirma que en Brasil el abonamiento de las hileras podadas depende del estado general de brotación, y si está brotando muy bien, no se fertiliza durante el primer año, en caso contrario se recomienda usar solamente abono nitrogenado en una dosis no superior a un tercio del que corresponde a una planta en producción. La fertilización debe iniciarse cuando los nuevos brotes alcanzan unos 30 cm de altura; en el segundo año, el abonamiento se incrementa a 2/3 de la cantidad total y a partir del tercer año, la dosis es normal.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

El estudio se realizó en el Fundo Aroma de Montaña, ubicado en el distrito de Villa Rica (Cuadro 1). El trabajo se inicio en agosto del 2011 hasta setiembre del 2013.

#### **Cuadro 1: Ubicación geográfica**

<b>Fundo</b>	<b>Región</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Latitud Sur</b>	<b>Longitud Oeste</b>
Aroma de Montaña	Pasco	Oxapampa	Villa Rica	1384	10° 46' 972''	75° 19' 013''

**FUENTE: Elaboración propia**

### **3.2 PARCELA EXPERIMENTAL**

Se seleccionó lotes de café de la var. Caturra; con plantaciones de 8 años de edad, con un distanciamiento de siembra de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas y con manejo de sombra (Cuadro 2).

**Cuadro 2: Caracterización de la parcela**

<b>Fundo</b>	<b>Variedad</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Sombra</b>	<b>Sombra (%)</b>
Aroma de Montaña	Caturra	8	- <i>Inga edulis</i>	20-30

**FUENTE: Elaboración propia**

### **3.3 MATERIALES**

Para la ejecución del trabajo de investigación, se emplearon diferentes materiales, herramientas e insumos, y se realizaron diversos procedimientos.

#### **3.3.1 MATERIAL VEGETAL**

Como material vegetal, se usaron plantaciones de café de la variedad Caturra de 8 años edad respectivamente, con distancia de siembra de 2,0 m entre hileras y 1,0 m entre plantas con manejo de sombra.

#### **3.3.2 MATERIALES DE CAMPO**

Dentro de los materiales de campo se emplearon los siguientes:

- Serruchos y machetes de podar.
- Tijeras de podar y rastrillos.
- Mochila de fumigar de 20 L.
- Cinta métrica, cordeles y vernier.
- Balanza tipo reloj.
- Etiquetas y cámara fotográfica.
- Guano de isla, Sulpomag, Sulfato de potasio y Ulexita.

### **3.3.3 MATERIALES DE ESCRITORIO**

- Computadora.
- Cámara fotográfica.
- Libretas de campo y lapiceros.

## **3.4. METODOLOGIA**

El trabajo experimental se realizó mediante el siguiente procedimiento:

### **3.4.1 PODA Y FERTILIZACIÓN EN PLANTACIONES DE CAFÉ**

- a. Se seleccionaron plantaciones de café de 8 años de edad.
- b. Se delimitó el área experimental total según el número de los tratamientos y luego se procedió a marcar e identificar cada una de ellas.

- c. La poda se realizó en setiembre del año 2011, mediante el sistema de poda por lotes, inmediatamente después de finalizado la cosecha.
- d. La poda se hizo con tijeras y serruchos de podar, de acuerdo a los tratamientos establecidos; y la forma del corte en todas las parcelas experimentales fue en bisel.
- e. A los tres meses después de la poda, cuando los brotes tenían 20 y 30 cm se realizó el deshije, dejando dos brotes bien desarrollados y vigorosos, preferentemente opuestos entre sí; donde se realizó la evaluación de las diferentes variables.
- f. La fertilización de las parcelas experimentales se realizó cuando los brotes empezaron a desarrollar.
- g. Luego, en el mes de junio del 2012, se hizo la fertilización al suelo, previo a un análisis de suelo B (Anexo 1) y en base a un programa de fertilización (Anexo 2). En total se hicieron cuatro aplicaciones de fertilizantes.
- h. Los fertilizantes y enmiendas se incorporaron alrededor de la planta o en media luna teniendo en cuenta la pendiente del terreno y se cubrieron con tierra y restos vegetales. Ello se hizo en todas las parcelas hasta completar con el programa de fertilización.

- i. Todas las parcelas después de la poda, independientemente de las alturas de poda, recibieron manejo cultural, como limpieza de suelo, control de plagas y enfermedades.

### **3.4.2 VARIABLES EVALUADAS**

#### **a. Número y vigor de brotes**

A los 3 meses después de la poda, se contó todos los brotes emitidos después de la recepa, ubicados de 3 a 10 cm. abajo del corte.

Para determinar el vigor de los brotes, se seleccionó y midió en centímetros la longitud y diámetro de 3 brotes, desde su unión con el tallo principal hasta el ápice del brote. Para determinar el efecto de la fertilización respecto a esta variable, la evaluación se realizó a los 12 meses, después de realizado la poda.

#### **b. Número de ramas y nudos productivos**

Se contó el número de ramas productivas a lo largo de los nuevos ejes principales de cada planta recepada.

Para determinar el número de nudos productivos, se contó los nudos a lo largo de las ramas productivas de cada eje principal.

**c. Número de flores**

Se registraron las floraciones ocurridas en cada uno de los tratamientos de café seleccionados, durante tres períodos comprendidos entre setiembre, octubre y noviembre del 2012.

El conteo se hizo en las ramas productivas del tercio inferior, medio y superior de la planta (Arcila *et al.*, 2007), según apariencia visual.

**d. Número y peso de frutos en cereza por rama**

Para determinar el número de frutos por rama, se recolectó y contó los frutos en cereza que alcanzaron la madurez fisiológica de la rama inferior, media y superior de cada planta.

Para la recolección de frutos se utilizó bolsas plásticas debidamente etiquetadas con el número de planta.

La evaluación del peso de frutos en cereza (PFC), se realizó en una muestra de 50 g. por parcela, utilizando una balanza de precisión para obtener el peso promedio por cereza durante la cosecha del 2013.

**e. Rendimiento**



Los frutos fueron cosechados en su madurez fisiológica y el peso se determinó en una balanza de precisión. El valor de la variable respuesta se estableció como el peso total de frutos en cereza por planta expresada en gramos.

El peso de granos pergamino (PGP) se determinó para cada parcela, utilizando el factor de conversión de que por cada 14 Kg de café cereza, se obtiene de 3 Kg de café pergamino seco con 12% de humedad.

Los frutos fueron cosechados cuando alcanzaron su madurez fisiológica y el peso se determinó utilizando una balanza de precisión.

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TRATAMIENTOS**

El presente trabajo de investigación se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (DBCA), con 4 repeticiones. Donde los tratamientos resultaron de tres niveles de altura de poda (poda de recepa baja: corte a 30 cm, poda de recepa media: corte a 60 cm y poda de recepa alta: corte a 90 cm) y dos niveles de fertilización (con fertilización y sin fertilización), conformando un total de seis tratamientos.

Las parcelas estuvieron conformadas por tres hileras de cinco plantas cada una, haciendo un total de 15 plantas por unidad experimental y de 60 plantas por tratamiento. Las evaluaciones de las variables se realizaron en tres plantas de la hilera central, conformando un total de 12 muestreos al azar y los bloques

estuvieron conformados por las plantaciones de ocho años de edad, respectivamente.

**Cuadro 3: Tratamientos evaluados en la investigación**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	Poda baja (30 cm.) con fertilización
<b>T2</b>	Poda media (60 cm.) con fertilización
<b>T3</b>	Poda alta (90 cm.) con fertilización
<b>T4</b>	Poda baja (30 cm.) sin fertilización
<b>T5</b>	Poda media (60 cm.) sin fertilización
<b>T6</b>	Poda alta (90 cm.) sin fertilización

### **3.6 ANALISIS ESTADISTICO**

La evaluación de la significancia estadística de los tratamientos para la construcción del Análisis de Varianza y las pruebas de comparación de medias (Duncan), se realizaron mediante el uso del paquete estadístico SAS, bajo un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ).

En el caso de encontrarse significancia en los tratamientos y/o bloques ( $p\text{-value} \leq 0.05$ ), se discutió según la prueba DLS (diferencia límite significativa) y en el caso de no encontrarse ( $p\text{-value} > 0.05$ ), se realizó la prueba de Duncan, con la finalidad de establecer con cuál de los tratamientos o bloques establecidos se obtuvo una mejor/peor respuesta en cada caso.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 NÚMERO, LONGITUD Y DIAMETRO DE BROTES**

El análisis de variancia (ANVA) nos indica que existió diferencia estadística entre los tratamientos evaluados para el número de brotes, y no para la longitud y diámetro respectivamente (Anexos 3, 4 y 5).

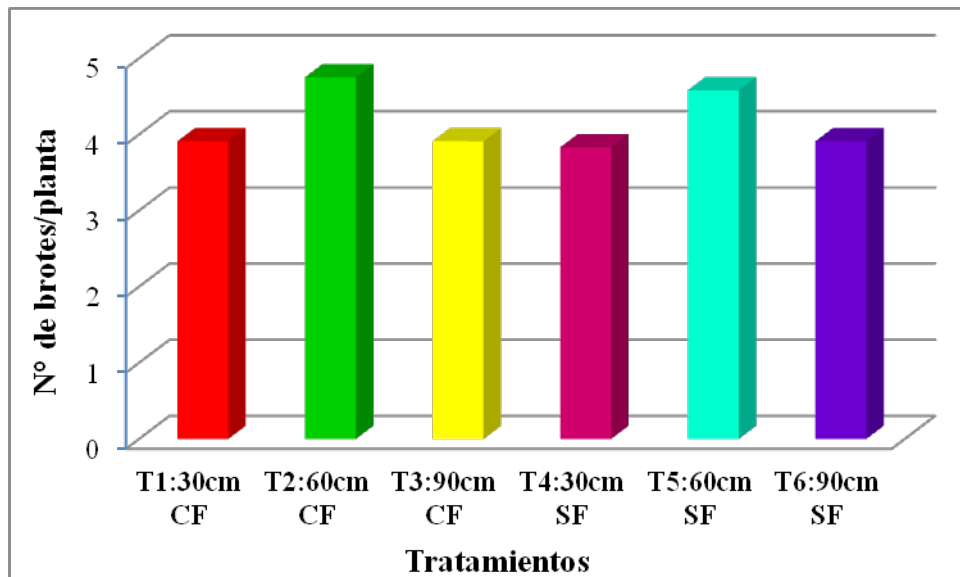
En el Cuadro 4, se observa la prueba de Duncan, nos dice que todos los tratamientos en estudio no presentaron diferencia entre sí. Sin embargo, se encontró mejor respuesta para la emisión de los brotes en los tratamientos T2 y T5 (plantas con poda a una altura de 60 cm sobre el nivel del suelo con y sin fertilización), los que emitieron mayor número de brotes (4.75 y 4.58), valores que fueron estadísticamente similares a lo encontrado en los demás tratamientos, con plantas con altura de poda a 90 cm con y sin fertilización (T3 y T6) y plantas con poda a 30 cm con fertilización que alcanzaron emitir 3.91 brotes. Los menores promedios en el número de brotes fueron obtenidos en las plantas con poda a 30 cm sin fertilización (T4), respectivamente.

En la Figura 1, se observa el número de brotes de café emitidos después de la poda. Los tratamientos T2 y T5 fueron superiores a los demás tratamientos. Asimismo, se aprecia que los promedios de los tratamientos en estudio son desde 3.83 a 4.75 brotes por planta.

**Cuadro 4: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de brotes en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	4.75	A
T5	4.58	A
T3	3.91	A
T6	3.91	A
T1	3.91	A
T4	3.83	A

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$



**Figura 1: Efecto de los tratamientos en el número de brotes en plantaciones de café con poda.**

En las variables longitud y diámetro de los brotes (Cuadro 5 y 6), a los tres meses, se observó que las plantas de café con alturas de corte a 60 cm con y sin fertilización (T2 y T5) fueron los que presentaron brotes con mayor longitud (13.66 y 13.50 cm) y diámetro (0.99 y 0.96 mm) respectivamente. Siendo estos valores, estadísticamente similares a lo encontrado en los demás tratamientos con plantas con altura de poda a 30 cm con fertilización (T1), que alcanzó brotes con 12.08 cm de longitud y 0.88 cm de diámetro. Los menores promedios de longitud y diámetro de brotes fueron obtenidos en las plantas con poda a 90 cm sin fertilización (T6), respectivamente (Figura 2).

Estos resultados nos indican que la mejor respuesta en el número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses se obtuvo con la altura de corte a 60 cm y una

menor respuesta cuando la altura de corte fue a 30 cm. Esta tendencia de crecimiento se ha mantenido hasta los 24 meses, donde se seguía alcanzando mayor longitud y diámetro de la planta en las podas a 60 cm.

**Cuadro 5: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio de la longitud de brotes en plantaciones de café con poda.**

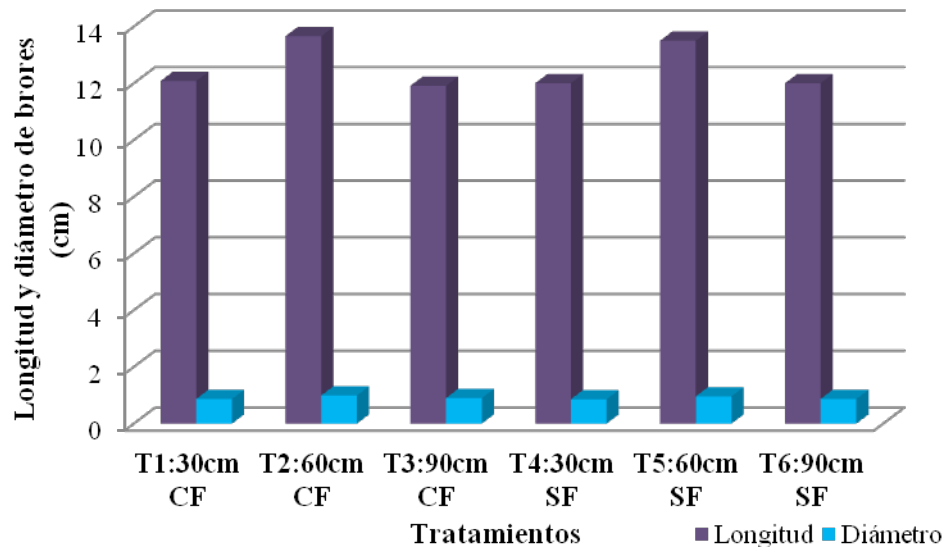
<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	13.66	A
T5	13.50	A
T1	12.08	A
T4	12.00	A
T6	12.00	A
T3	11.91	A

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

**Cuadro 6: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del diámetro de brotes en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	0.995	A
T5	0.961	A
T3	0.900	A
T1	0.878	A
T6	0.875	A
T4	0.860	A

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$



**Figura 2: Efecto de los tratamientos en la longitud y diámetro de brotes en plantaciones de café con poda.**

Como se puede observar todas las plantas llegaron a rebrotar, como consecuencia de la poda que ocasionó la pérdida temporal de la dominancia apical que elimina el efecto inhibitorio en las yemas laterales. Por lo que la emisión de estos nuevos brotes en los tratamientos evaluados puede atribuirse, a la presencia de cojines de yemas latentes que se encuentran en los nudos de los tallos, los cuales se van multiplicando y formando a medida que el tallo envejece. Además, cuando la planta tiene su ápice decapitado, ya sea a 30, 60 y 90 cm de altura, se suprime la producción de auxina, haciendo que la citoquinina presente en las yemas latentes pase a actuar sobre el desarrollo de las yemas laterales (Diniz *et al.*, 2004; Salisbury, 2000; Shimisu-Sato; Mori, 2001).

Los resultados obtenidos con respecto a que al incrementar la altura de poda se producen más rebrotes pueden ser atribuidos a que, usualmente, el follaje de los árboles cuando es cortado a bajas alturas la fase de crecimiento de los rebrotes se retarda, siendo necesario que las plantas utilicen los carbohidratos de reserva para emitir nuevas hojas y así formar un área foliar capaz de alcanzar esta fase (Stür *et al.*, 1994; Lehmann *et al.*, 1998). Al respecto de ello, Toral e Iglesias (2007) mencionan que la mayor altura de poda garantiza en las plantas la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, factores necesarios en el desarrollo del rebrote. Sin embargo, los resultados del presente estudio sobre la altura de poda son un poco contradictorios, ya que al podar a 90 cm la emisión de brotes fue un poco lenta, menos vigorosa y en menor número. Por lo que es probable que sistemas con podas a mayor altura, conlleven a una fase menor de recuperación para la planta (Stür *et al.*, 1994).

#### **4.2 NÚMERO DE RAMAS Y NUDOS PRODUCTIVOS**

El análisis de varianza (Anexo 6 y 7) con referencia al número de ramas y nudos productivos, muestran que existió diferencia significativa y altamente significativa ( $P \leq 0.001$ ) entre los tratamientos, es decir que las alturas de poda y la fertilización han favorecido en la producción de las ramas y nudo productivos de café.

En el Cuadro 7, la prueba de comparación de medias (Duncan), muestra que los respectivos tratamientos fueron diferentes sí. El mayor número promedio de ramas productivas (14.0) lo presentó las plantaciones con altura de poda a 60 cm



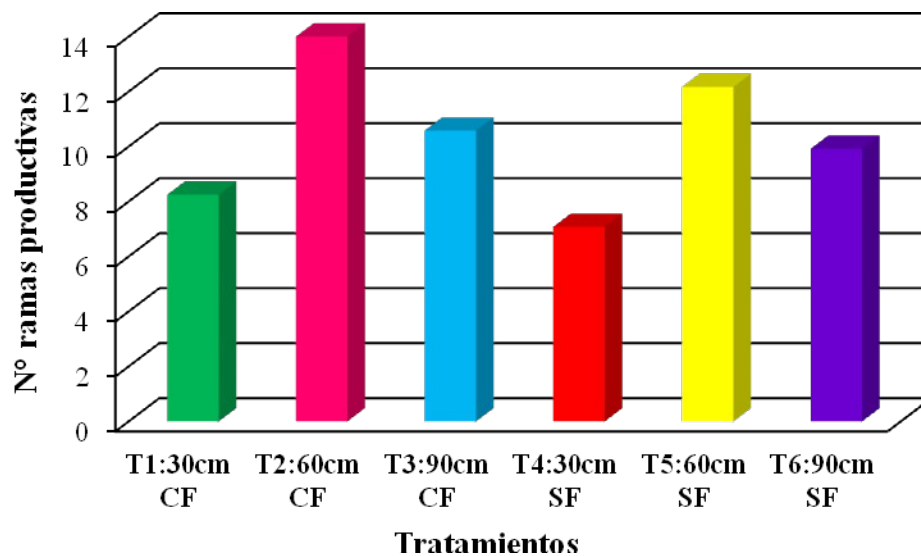
con fertilización (T2), seguido por las plantaciones con poda a 60 cm, pero sin fertilización (T5), que también alcanzó mayores promedios (12.17) de números de ramas productivas a lo largo de los nuevos ejes principales. Respuestas intermedias fueron obtenidas con las plantaciones que fueron podados a 90 cm con y sin fertilización (T3 y T6). Mientras que el menor número promedio de ramas (8.25 y 7.08) fueron alcanzados por las plantaciones con alturas de poda de 30 cm con y sin fertilización (T1 y T4), respectivamente.

En la Figura 3, del efecto de los tratamientos en el número de ramas productivas de las plantas de café con poda, se observa los promedios de los tratamientos en estudio, que van desde 7 a 14 ramas productivas. Donde el tratamiento T2 es superior, seguido del tratamiento T5 con respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 7: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de ramas en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	14.00	A
T5	12.17	AB
T3	10.58	BC
T6	9.92	CD
T1	8.25	DE
T4	7.08	E

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$



**Figura 3: Efecto de los tratamientos en el número de ramas productivas en plantaciones de café con poda.**

En cuanto al número promedio de nudos productivos, en el Cuadro 8 de la prueba de comparación de medias de Duncan y Figura 4, se observa que el mayor número (6.75) también se registró en las plantaciones con poda a 60 cm con fertilización (T2), seguido de las plantaciones con altura de poda de 90 cm con fertilización (T3), que alcanzó a producir 6.25 nudos por rama, los cuales fueron diferentes y significativos en comparación con los otros tratamientos, donde el promedio de nudos productivos fue de 4.58 a 5.75, respectivamente.

Con respecto a la fertilización, se encontraron diferencias ( $P \leq 0.001$ ) en el número de ramas y nudos productivos entre parcelas podadas que fueron fertilizadas y no fertilizadas.

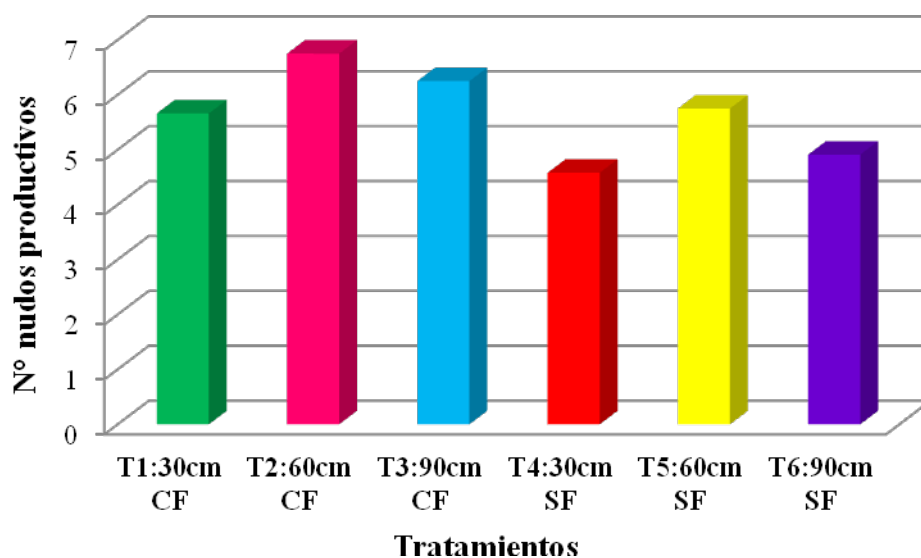
A nivel de promedios los mejores resultados fueron obtenidos cuando se fertilizaron las parcelas, obteniéndose así mayor número de ramas (10.78) y nudos (5.92) productivos a lo largo de los nuevos ejes principales, en comparación con las parcelas que no fueron fertilizadas, donde se obtuvieron los menores promedios (9.74 y 4.83), tanto en ramas como en nudos productivos (Figura 5).

La interacción entre la altura de poda y fertilización no presentó diferencias significativas. Lo que nos indica que tanto la altura como la fertilización influyen de modo distinto en la respuesta del número de ramas y nudos productivos.

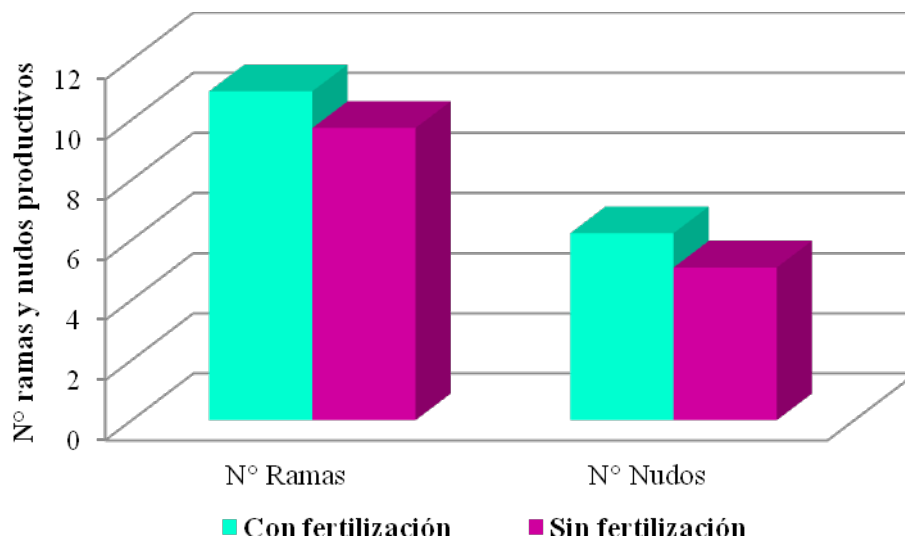
**Cuadro 8: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de nudos por rama en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	6.75	A
T3	6.25	AB
T5	5.75	BC
T1	5.66	BC
T6	4.91	CD
T4	4.58	D

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$



**Figura 4: Efecto de los tratamientos en el número de nudos productivos de las ramas en plantaciones de café con poda.**



**Figura 5: Efecto de la fertilización en el número de ramas y nudos productivos en plantaciones de café con poda.**

Esta variación en la tasa de crecimiento de la parte aérea del café (crecimiento de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, formación de nudos y

expansión foliar etc.) varia razonablemente, en virtud a las condiciones climáticas, particularmente a la precipitación, temperatura, a pesar de que la luz y el fotoperiodo también pueda tener alguna influencia (Ronchi y Damatta, 2007; Alvarenga *et al.*, 2004).

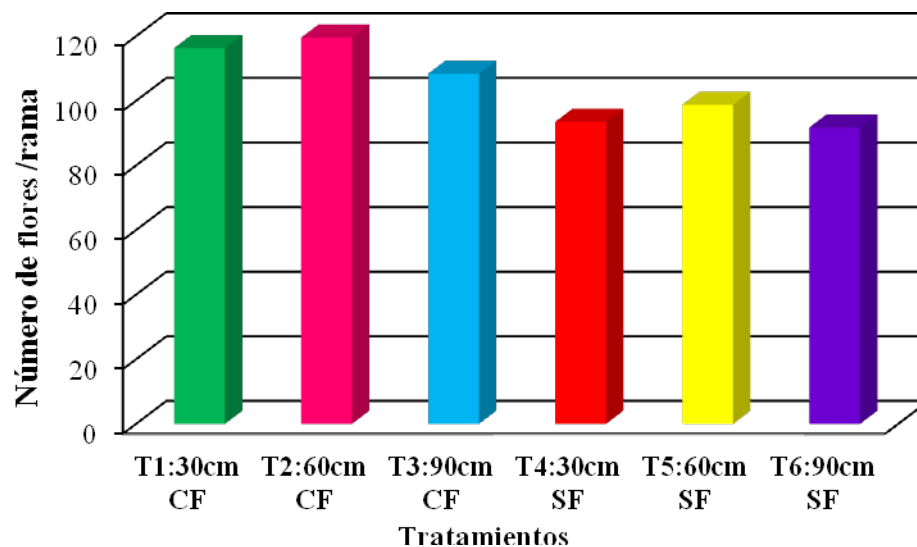
Al respecto Fournier (1988) y Henao (1996) afirman que las plantas cultivadas a pleno sol tienen un menor crecimiento ortotrópico y que el café crece más lento cuando se cultiva a pleno sol. Lo que explicaría que los cafetales con sombra tengan mayor altura, porque están compitiendo por luminosidad con los árboles de sombra y el café con poca sombra no compite por dicha luminosidad y su desarrollo se hace en el tallo y en las ramas totales y productivas. También es importante señalar que algunos de los tratamientos con fertilización presentaron mayor número de ramas y nudos productivos en comparación con los tratamientos sin fertilización, lo cual hace indicar que los nutrientes adicionados al suelo tienen un efecto sobre estas variables, facilitando la división y crecimiento celular en los tejidos de la planta podada.

### **4.3 NUMERO DE FLORES**

Según el análisis de variancia para el número de flores, se observa que existió diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 8). Esto nos indica que la poda y la fertilización influyó sobre esta variable.

En la Figura 6, del efecto de los tratamientos en el número de flores por rama de las plantas de café con poda, se observa los promedios de los tratamientos en estudio, que van desde 91.75 a 119.50 flores. Donde el tratamiento T2 es superior a los demás, seguidos del tratamiento T1 con respecto a los otros tratamientos.

En el Cuadro 9 de la prueba de comparación de medias, en relación a este componente, se observa que el mejor tratamiento fue T2 (plantaciones con poda a 60 cm con fertilización), el cual registró mayor cantidad de flores (119.58), seguido de 116.33 flores que se alcanzó en las plantas con poda a 30 cm con fertilización (T1), siendo significativamente superiores a 91.75 y 93.50 flores que se alcanzaron con las plantas con poda a 90 y 30 cm sin fertilización (T6 y T4), respectivamente.



**Figura 6: Efecto de los tratamientos en el número de flores por rama en plantaciones de café con poda.**

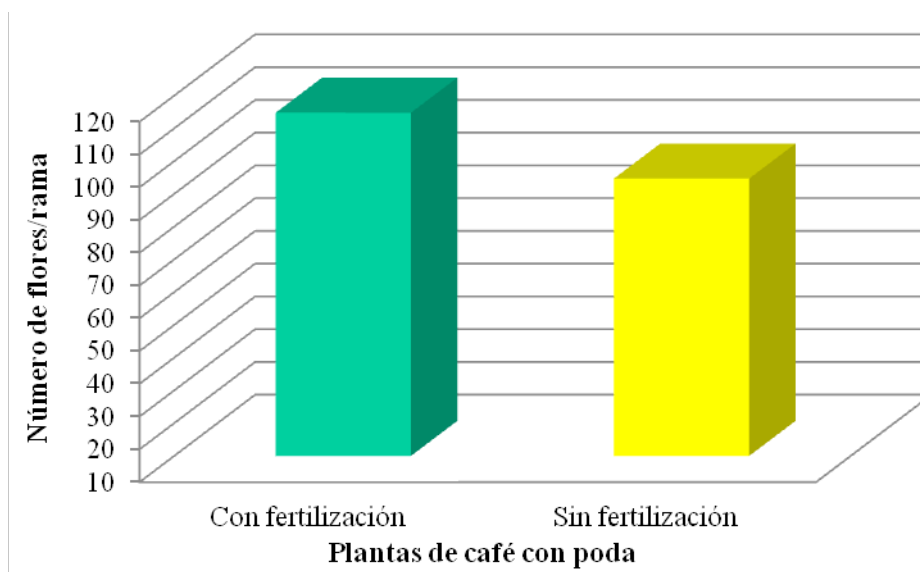
**Cuadro 9: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de flores en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	119.58	A
T1	116.33	AB
T3	108.41	BC
T5	98.75	CD
T4	93.50	D
T6	91.75	D

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

Estos resultados nos indican que los tratamientos evaluados en la presente prueba son estadísticamente diferentes entre sí.

Respecto a la fertilización, se puede observar en la Figura 7, que las parcelas fertilizadas presentaron mayor número de botones florares (114.78) en comparación con las parcelas que no recibieron fertilización (94.67). La interacción entre las alturas de poda y fertilización no presentó diferencias significativas. Lo que nos indica que tanto la altura como la fertilización influyen de modo distinto en la respuesta del número de flores por rama.



**Figura 7: Efecto de la fertilización en el número de flores por rama en plantaciones de café con poda.**

Las variaciones en la cantidad de flores pudieran deberse a las diferentes alturas de corte, a factores genéticos, ambientales o nutricionales, dando como resultado diferentes cantidades de flores (Arcila, 2003; Arcila, *et al.*, 2007). Porque la floración en café abarca una compleja secuencia de eventos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos que son afectados por varios factores, como la temperatura, la luz, el suelo y la disponibilidad de agua, aire, la relación carbono-nitrógeno, carga frutal y el genotipo (Rena y Barros, 2004). Pero, podemos afirmar que cuanto mayor es el crecimiento de las ramas plagiotrópicas, mayor será el potencial productivo del año siguiente, por la presencia de mayor número de nudos y consecuentemente mayor número flores.

En general, se pudo observar que las floraciones en los lotes evaluados siguieron un patrón de distribución similar, caracterizado por eventos de máxima



floración en los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2012. La mayor concentración de flores se presentó en las ramas media e inferiores de todas las plantas con diferentes alturas de corte.

#### 4.4 NÚMERO Y PESO DE FRUTOS POR RAMA

En el análisis de varianza (Anexo 9 y 10), se observa que el número y peso promedio de frutos por rama resultó ser afectado por los tratamientos ( $P \leq 0.001$ ). Existiendo diferencia altamente significativa entre ellos.

Los datos obtenidos (Cuadro 10 y 11) nos indican que con la altura de poda a 60 cm con fertilización (T2) se obtiene el mayor número (53.83) y peso (104.08 g) promedio de frutos en cereza por rama; seguido por las plantaciones con alturas de

**Cuadro 10: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del número de granos en plantaciones de café con poda.**

Tratamiento	Promedio	Significación
T2	53.83	A
T1	51.41	AB
T3	48.33	BC
T5	45.91	C
T4	41.50	D
T6	38.00	D

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

**Cuadro 11: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del peso de granos en plantaciones de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	104.08	A
T1	101.42	A
T3	88.75	B
T5	87.50	B
T4	77.50	C
T6	72.50	C

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

corte de 30 y 90 cm con fertilización (T1 y T3), respectivamente, donde el número promedio de frutos fue de 51.41 y 48.33, mientras que el peso alcanzado fue de 101.42 y 88.75 g, siendo estos muy superiores a lo obtenido con las alturas de poda a 30 y 90 cm sin fertilización (T4 y T6), respectivamente.

Asimismo, para los tratamientos con fertilización, se observa en el Cuadro 12 que el mayor número (48.23) y peso (92.46 g) de frutos por rama se obtuvo en las plantas que fueron fertilizadas, en comparación con aquellas plantas que no recibieron fertilización, donde se ha producido la menor cantidad de frutos en cereza (39.38) y de menor peso (74.64 g), observándose así que ambas parcelas fueron estadísticamente muy diferentes ( $P \leq 0.001$ ).

**Cuadro 12: Efecto de la fertilización en el número y peso de frutos de plantaciones de café con poda.**

<b>Fertilización</b>	<b>Número de frutos (N°)</b>	<b>Peso de frutos (g)</b>
Con fertilización	51.19 a	98.08 a
Sin fertilización	41.81 b	79.17 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0,05$ .

Esta fluctuación de peso, puede deberse a uno de los factores principales que puede incidir en el desarrollo normal de los frutos en café, y específicamente en el peso de las cerezas, que es la disponibilidad hídrica. Para café se considera que el consumo de agua de la planta es de 125 mm/mes aproximadamente, si ocurre una deficiencia hídrica en el suelo entre las semanas seis y diez después de floración, los frutos pueden secarse y caer o no alcanzan un tamaño adecuado, y si esta deficiencia ocurre entre las semanas 13 y 17 después de la floración, hay llenado parcial del fruto o se forman granos negros (Arcila y Jaramillo, 2003).

#### **4.5 RENDIMIENTO**

El análisis de variancia para esta variable nos indica que no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 11).

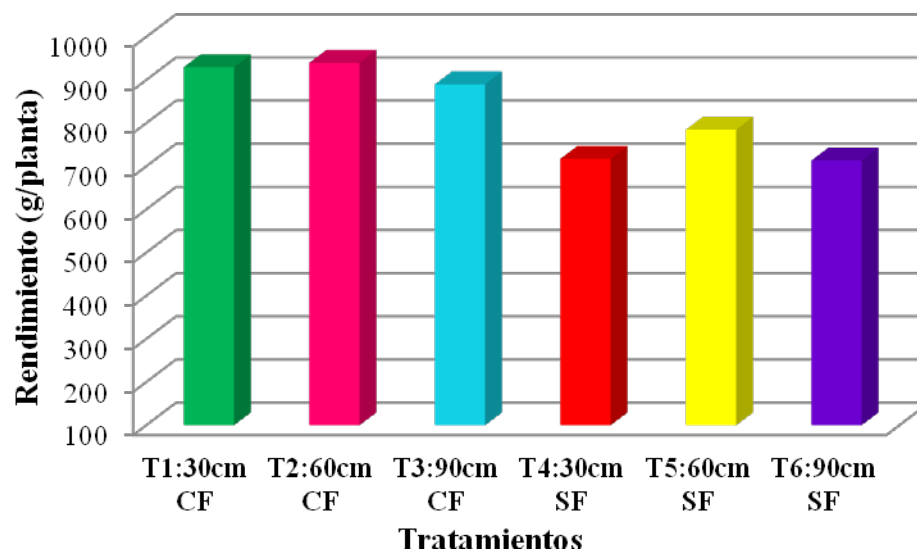
En el Cuadro 13, se observa la prueba de Duncan, nos indica que todos los tratamientos en estudio no presentan diferencia entre sí. Sin embargo, se registró los mayores volúmenes de producción (940 g) en las plantas con poda a 60 cm con fertilización (T2), seguido de las plantaciones con poda a 30 y 90 cm con fertilización (T1 y T3), que alcanzaron también altos promedios de rendimiento de 930 y 890 g por planta. Los menores rendimientos fueron obtenidos con los otros tratamientos (T5, T4 y T6) donde la producción registrada, mostro valores promedios que fluctuaron entre 713.7 a 785 g de café cereza por planta, valores que fueron estadísticamente similares (Anexo 12).

En la Figura 8, se observa el rendimiento promedio de café cereza por planta ; que va desde 713.7 à 940 g, siendo mayor el rendimiento en T2 y T1 con respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 13: Prueba de comparación múltiple de Duncan, promedio del rendimiento en plantas de café con poda.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>
T2	940.0	A
T1	930.0	A
T3	890.0	A
T5	785.0	A
T4	717.5	A
T6	713.7	A

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

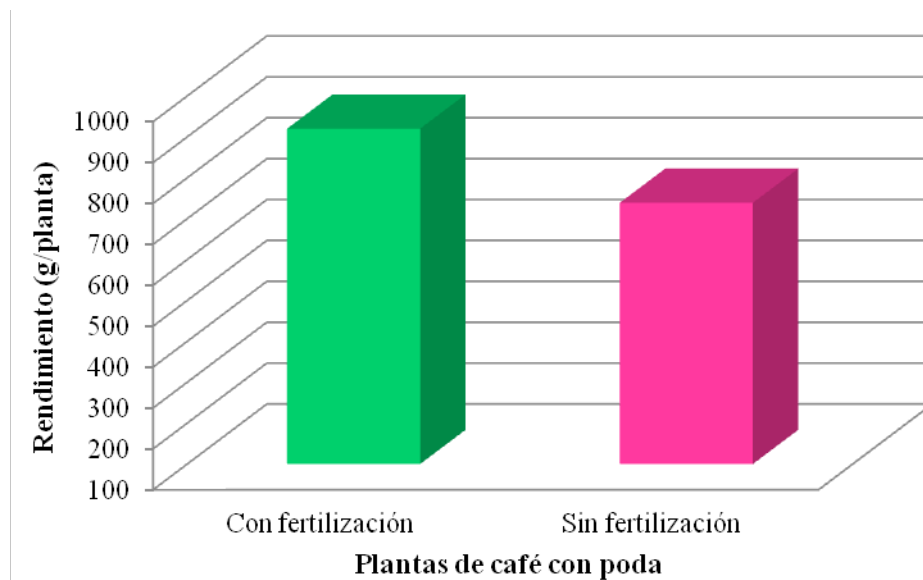


**Figura 8: Efecto de los tratamientos en el rendimiento de plantaciones de café con poda.**

Este resultado puede estar asociado al hecho de que en estos tratamientos las plantas tengan mayor reserva de carbohidratos en las hojas y ramas, por efecto de la fertilización, propiciando así una mayor capacidad de restaurar el vigor vegetativo de las plantas, como lo observado por Rena *et al.*, (1983). En este mismo sentido la poda a 60 cm, presento diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos.

Para los tratamientos con fertilización, no se encontró un efecto significativo de este factor sobre el rendimiento de frutos de *C. arabica*. Sin embargo, se observó un mayor rendimiento promedio de 920.00 g por planta para las parcelas

con fertilización y 738.72 g por planta para las parcelas sin fertilización (Figura 9 y Anexo 13).



**Figura 9: Efecto de la fertilización en rendimiento de plantaciones de café con poda.**

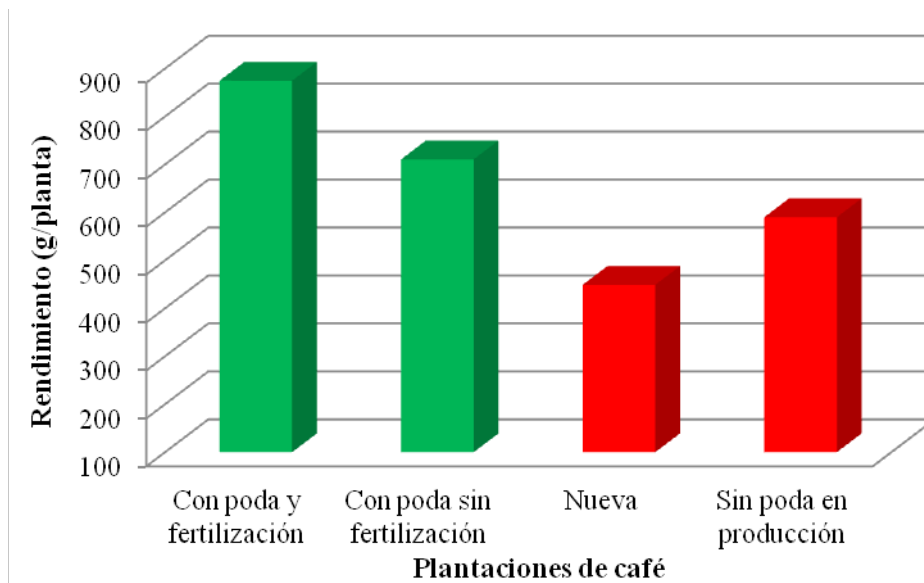
A medida que una planta de café presenta mayor número de ramas productivas y sean fertilizadas adecuadamente se obtendrá un mayor rendimiento (Thomazielo y Pereira, 2008).

Además, independientemente de la altura de corte se demuestra como las plantas responde al efecto de la poda en la producción de frutos y se confirma que antes de que adopte cualquier tipo de poda, es necesario analizar algunos aspectos como: cultivar, edad de plantación, localización, áreas con incidencia de plagas etc. (Thomazielo y Pereira, 2008).

El crecimiento del año anterior tiene influencia no tanto en el desarrollo del fruto, sino más bien en la capacidad productiva de la planta, ya que el volumen de la cosecha está determinado por el crecimiento del año anterior, particularmente por el número de nudos formados en las ramas plagiotrópicas (Arias, 1982), lo que ocurrió en el presente trabajo.

Asimismo, al comparar los rendimientos promedios obtenidos en el presente experimento con los rendimientos de una plantación nueva y una plantación de 8 años sin poda en producción, observamos en la Figura 10, que los cafetales que fueron podados con y sin fertilización tienen los mejores rendimientos.

El rendimiento del café es una variable de tipo cuantitativo de mucha importancia desde el punto de vista económico para los productores de café. El potencial productivo de todas las especies o variedades es un extremo variable, el café está sometido a una alternancia de producción, el periodo de plena productividad es más o menos largo ya que su duración está influenciada y determinada por muchos factores, tales como sistemas de manejo, medioambientales, estado fitosanitario, etc. (Matiello *et al.*, 2005). La interrelación entre componentes genéticos, ambientales y de manejo influye en la fenología y en las modificaciones que muestran las plantas de café durante su vida.



**Figura 10: Rendimiento promedio de plantaciones de café. Villa Rica. Agosto 2011 – Setiembre 2013.**

El tratamiento del cual se obtuvo el mayor rendimiento de café pergamino fue de las plantas con poda a 60 cm con fertilización y el menor de las plantas con poda a 30 cm sin fertilización. Por lo tanto, en el trabajo se constató que la poda en cafetales proporciona mayores producciones a menores costos de producción.

## V. CONCLUSIONES

- Las plantas con poda respondieron positivamente a la fertilización en todos los tratamientos evaluados, garantizando un óptimo rendimiento por hectárea.
- La fertilización más la altura de poda a 60 cm., presentó mejores brotes, mayor desarrollo de área foliar, mayor número de ramas productivas y producción de



frutos en cereza. Sin embargo, el rendimiento fue estadísticamente similar en todos los tratamientos.

- La poda y la fertilización son prácticas importantes en la recuperación de cafetales, porque aumentan la productividad hasta en un 30 a 40 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar más estudios de la poda en las diferentes variedades de café.
- Impulsar el uso de la poda, por ser una práctica importante en el manejo agronómico de los cafetales.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Arcila, PJ; Jaramillo, RA. 2003. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé no.311:1-8.
2. \_\_\_\_\_. 2004. Anormalidades en la floración del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé no.320:1-8.

3. \_\_\_\_\_; Farfán, VF; Moreno, BA; Salazar, GL; Hincapié, GE. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia: Renovación y administración de los cafetales para estabilizar la producción de la finca. Cenicafé. Colombia. 309 p.
4. \_\_\_\_\_; Farfán, VF; Moreno, BA; Salazar, GL; Hincapié, GE. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia: Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Cenicafé. Colombia. p. 21-60.
5. Arias, MO. 1982. Algunos aspectos sobre fisiología de crecimiento y desarrollo del cafeto. Curso de caficultores para técnicos. Anacafe. CATIE. Guatemala. p. 66-79.
6. Camayo, VGC; Arcila, PJ. 1996. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *Coffea arabica* L. variedad Colombia. Cenicafé 47(39):121-139.
7. Carvajal, JF. 1984. Cafeto: Cultivo y Fertilización. 2da. Ed. Instituto Internacional de la Potasa. Quito. 254 p.
8. Cenicafé. 1992. La renovación de los cafetales por zoca. Avances Técnicos 174:1-8.
9. Diniz, JDN; *et al.* 2004. Avaliação dos efeitos da quebra da dominância apical e do BAP na multiplicação *in vitro* de *Heliconia stricta* H. Rev. Ciênc. Agron. 35:232-237.
10. Figueroa, N. 1990. Evaluación del método de poda Beaumont-Fukunaga en ciclos de tres, cuatro o cinco años comparada con la poda selectiva por planta. Revista Cafetalera. no 309:25-26

11. Fixen, PE; Garcia, FO. 2007. Decisiones efectivas en manejo de nutrientes mirando más allá de la próxima cosecha. Rev. Informaciones Agronómicas 64: 5-11.
12. Fournier, LA. 1998. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12(1): 131-146.
13. Gómez, OA; Pérez, DA. 1995. Evaluación de diferentes alternativas de fertilizar cafetos manejados en recepa por surco de acuerdo a la edad de la recepa. En: Memoria XVII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana. IICA-PROMECAFE. El Salvador. v.1, p.21.
14. Guridi, IF. 2000. O Fosforo, a materia orgânica e a micorriza no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Tesis de Doctorado. Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro. 108 p.
15. Henao, JJ. 1996. El Café en Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. UCV. Segunda edición. Caracas, Venezuela. 280 p.
16. Leal-Varón, LA; Salamanca-Jimenez, A; y Sadeghian-Khalajabadi, S. 2009. Pérdidas de nitrógeno por volatilización en cafetales en etapa productiva. Rev. Informaciones Agronómicas 4:1-4.
17. Lehmann, J; Peter, I; Steglich, C; Gebauer, G; Huwe, B; Zech, W. 1998. Below-ground interactions in dryland forestry. Forest Ecol. Manag. 111: 157-169.
18. Matiello, JB; Santinato, R; Garcia, AWR; Almeida, SR; Fernandes, DR. 2005. Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. Editora Bom Pastor. 438 p.

19. \_\_\_\_\_. 2007. A poda em cafezais. *Coffea*. no.11:1-39.
20. \_\_\_\_\_.; et al. 2010. Cultura de Café no Brasil: Manual de recomendações. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. 542 p.
21. Melles, CCA; Guimarães, PTG. 1985. Podas de cafeeiro. Informe Agropecuario Belo Horizonte 11(126): 69-75.
22. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. Situación del mercado del café en grano. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Lima. 4 p.
23. Nunes, AML; Souza, FF; Costa, JNM; Santos, JCF; Pequeno, PLL; Costa, RSC. da; Veneziano, W. 2005. Cultivo do Café Robusta em Rondônia. EMBRAPA Rondônia. 5, Dez. 2005.
24. Palma, MR. 2001. Manual de Caficultura. Tercera edición. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa. Honduras. p. 91-101.
25. Pereira, SP; Guimarães, SJ; Bartholo, GF; Guimarães, PTG; Alves, JD. 2007. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. Ciênc. agrotec. Lavras. 31(3):643-649.
26. Pérez, V; Hilje, L. 1981. La poda del cafeto. Guía práctica del cultivo de café. Compañía Costarricense del Café, S. A. Circular Técnica N° 80. San José, Costa Rica. 47 p.
27. Ramírez, J. 1994. Sistemas y edades de inicio de la poda de cafetos (*Coffea arabica*) cv. Catuai. Agronomía Costarricense 18(1): 61-65.

28. \_\_\_\_\_. 1996a. Poda y manejo de *Coffea arabica* L. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Café (ICAFFE). San José. Costa Rica. 60 p.
29. \_\_\_\_\_. 1996b. Estudios de sistemas de poda de café por hileras y por lotes. *Agronomía Costarricense* 20(2):167-172.
30. \_\_\_\_\_. 1997. Respuesta agronómica a épocas de poda en cafetos sometidos a cuatro periodos de poda baja. Memoria Resultados y Avances de Investigación. Centro de Investigaciones en Café (ICAFFE). San José. Costa Rica.
31. Reis, AR; Furlani, JE; Buzetti, S; Andreotti, A. 2006. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia* 65:163-171.
32. Rena, AB; Pereira, AA; Bartholo, GF. 1983. Teor foliar de minerais, conteúdo caulinar de amido e o depauperamento de algumas progênies de café resistentes à ferrugem. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Poços de Caldas. Resumos. Rio de Janeiro. p. 169-170.
33. \_\_\_\_\_.; Barros, RS; Maestri, M. 2001. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: Zambolim, L. ed. *Tecnologas de produção de café com qualidade*. Viçosa. Universidad Federal de Viscosa. p. 101-128.
34. \_\_\_\_\_.; Barros, RS. 2004. Aspectos críticos no estudo da floração do café. In: Zambolim, L. ed. *Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café*. Viçosa. Universidad Federal de Viscosa. p. 149- 172.
35. Ricci, MSF. 2006. A importância da matéria orgânica para o cafeeiro. *Revista Campo e Negócios, Seropédica, RJ*.

36. Rivera, RC; et al. 1994. La fertilización nitrogenada del cafeto en diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba. *Cultivos Tropicales* 15(1):5-11.
37. \_\_\_\_\_. 2006. Nutrición y fertilización de *Coffea arabica* en Cuba. En: Rivera, R; Soto, F. eds. El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y resultados. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba. 500 p.
38. Ronchi, CP; DaMatta, FM. 2007. Aspectos fisiológicos do Café Conilon. In: Ferrão, RG; Fonseca, AFA. et al. eds. Café Conilon. Vitória. INCAPER. p. 95-119.
39. Sadeghian, KS. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. *Avances Técnicos Cenicafé* no 32. 43 p.
40. Salazar, NJ; Orozco FJ; Clavijo, JF. 1988. Características morfológicas, productivas y componentes de rendimiento de dos variedades de café: Colombia y Caturra. *Cenicafé* 39(2):43-60. Cambiar flor
41. Salisbury, FB; Ross, CW. 2000. *Fisiología de Plantas*. Edit. Paraninfo/Thomson Learning. Madrid. España. 985 p.
42. San Juan, JR; López EE. 1991. Evaluación de tres planes de fertilización combinados con poda Beaumont-Fukunaga a ciclo de cinco años. En: XIV Simposio de Caficultura Latinoamericana. PROMECAFE. Panama. p.73.
43. Sertorio, RA; Sebastião, CR; Santinato, R; Prado, JR; Silva, VA. 1995. Níveis de tecnologia associados a poda na recuperação de cafeeiros depauperados. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 21. Resumos. Caxambú. p.187-189.
44. Shimizu-Sato, S; Mori, H. 2001. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. *Plant. Phys.* 127(04):1405-1413.

45. Stewart, WM; Dibb, DW; Johnston, AE; Smyth, T. 2005. The contribution of commercial fertilizer to food production. *Agron. Jour.* 97:1-6.
46. Stür, WW; Shelton, HM; Gutteridge, RC. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge, RC; Shelton, HM. eds. *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB Internacional. p. 147-157.
47. Toral, OC; Iglesias, JM. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. *Pastos y Forrajes* 30(3):341-355.
48. Uribe, A; Salazar, N. 1984. Distancia de siembra y dosis de fertilizantes en la producción de café. *Cenicafé* 32(3):71-87.
49. Wrigley, G. 1988. *Coffee*. New York: John Wiley and Sons. 639 p.



## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1.** Resultado del análisis de suelo de plantaciones de 8 años de edad en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN																						
Solicitante :		UNDAC																				
Departamento:		JUNIN														Provincia :		CHANCHAMAYO				
Distrito :		LA MERCED														Predio :						
Referencia :		H.R. 35526-033C-12								Fact.: Pendiente				Fecha :		23/05/12						
Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico							Clase	CIC	Cationes Cambiables						Suma	Suma	%	
Lab	Claves	pH	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	de	de	Sat. De			
		( 1:1 )	dS/m	%	%	ppm	Ppm	%	%	%		meq/100g						Cationes	Bases	Bases		
5976	Café - 8 años	4.65	0.15	0.00	3.17	2.7	64	57	35	8	Fr.A.	13.76	3.61	0.75	0.25	0.10	0.90	5.61	4.71	34		
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso																						
																		<i>Ing. Braulio La Torre Martínez</i>				
																		<i>Jefe del Laboratorio</i>				

**ANEXO 2.** Programa de fertilización para el ensayo de poda con café var. Caturra Roja en plantaciones de 8 años de edad.

<b>Programa de fertilización para café de 8 años de edad</b>			
<b>Primera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Roca fosfatada	30	30	30
Dolomita molida	60	60	60
Fecha de aplicación: Junio del 2012			
<b>Segunda Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	250	250	250
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Julio – inicio agosto 2012			
<b>Tercera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	250	250	250
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Noviembre del 2012			
<b>Cuarta Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Un mes antes de la cosecha – 2013			

**ANEXO 3.** Análisis de varianza para el número de brotes a los 3 meses de poda (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	0.033	0.011	0.69	n.s.
Altura (A)	2	0.184	0.092	5.77	*
Fertilización (F)	1	0.002	0.002	0.11	n.s.
AF	2	0.001	0.001	0.04	n.s.
Error	15	0.239	0.016		
Total	23	0.459			

C.V. (%)			6.205		
Promedio			2.033		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 4.** Análisis de varianza para la longitud de brotes a los 3 meses (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	2.573	0.858	0.39	n.s.
Altura (A)	2	13.397	6.698	3.08	n.s.
Fertilización (F)	1	0.018	0.018	0.01	n.s.
AF	2	0.065	0.032	0.01	n.s.
Error	15	32.593	2.173		
Total	23	48.646			
C.V. (%)			11.766		
Promedio			12.528		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 5.** Análisis de varianza para el diámetro de brotes a los 3 meses (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	0.041	0.014	0.59	n.s.
Altura (A)	2	0.055	0.027	1.18	n.s.
Fertilización (F)	1	0.004	0.004	0.17	n.s.
AF	2	0.000	0.000	0.00	n.s.
Error	15	0.349	0.023		
Total	23	0.449			
C.V. (%)			16.724		
Promedio			0.912		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 6.** Análisis de varianza para el número de ramas productivas (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	0.098	0.033	0.40	n.s.
Altura (A)	2	2.969	1.484	18.15	**
Fertilización (F)	1	0.216	0.216	2.64	n.s.
AF	2	0.024	0.012	0.15	n.s.
Error	15	1.227	0.082		
Total	23	4.534			
C.V. (%)			8.979		
Promedio			3.185		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 7.** Análisis de varianza para el número de nudos productivos (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	0.169	0.056	3.44	n.s.
Altura (A)	2	0.233	0.117	7.10	**
Fertilización (F)	1	0.339	0.339	20.65	**
AF	2	0.007	0.003	0.20	n.s.
Error	15	0.246	0.016		
Total	23	0.995			
C.V. (%)			5.411		
Promedio			2.369		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 8.** Análisis de varianza para el número de flores (transformación  $\sqrt{x}$ ).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sign.</b>
Repeticiones	3	0.041	0.014	0.10	n.s.
Altura (A)	2	0.777	0.388	2.70	n.s.

Fertilización (F)	1	5.775	5.774	40.21	**
AF	2	0.080	0.040	0.28	n.s.
Error	15	2.154	0.144		
Total	23	8.826			
C.V. (%)			3.710		
Promedio			10.215		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

#### ANEXO 9. Análisis de varianza para el número de frutos (transformación $\sqrt{x}$ ).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Sign.
Repeticiones	3	0.055	0.018	0.40	n.s.
Altura (A)	2	0.989	0.494	10.83	**
Fertilización (F)	1	2.868	2.868	62.79	**
AF	2	0.056	0.028	0.61	n.s.
Error	15	0.685	0.046		
Total	23	4.653			
C.V. (%)			3.141		
Promedio			6.805		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

#### ANEXO 10. Análisis de varianza para el peso de frutos (transformación $\sqrt{x}$ ).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Sign.
Repeticiones	3	51.899	17.299	0.33	n.s.
Altura (A)	2	821.789	410.894	7.89	**
Fertilización (F)	1	2147.080	2147.080	41.22	**
AF	2	181.768	90.884	1.74	n.s.
Error	15	781.368	52.091		
Total	23	3983.904			
C.V. (%)			8.143		
Promedio			88.625		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 11.** Análisis de varianza para el rendimiento (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Sign.
Repeticiones	3	169529.717	56509.906	1.22	n.s.
Altura (A)	2	15099.960	7549.980	0.16	n.s.
Fertilización (F)	1	197171.005	197171.005	4.24	n.s.
AF	2	3379.560	1689.780	0.04	n.s.
Error	15	697027.901	46468.527		
Total	23	1082208.142			
C.V. (%)			25.992		
Promedio			829.361		

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 12.** Estimado de producción en kg por planta y quintales de café pergamino por hectárea.

Tratamientos	Producción kg/planta	Producción qq/ha
T1: 30 cm-CF	0.86903 A	17.38
T2: 60 cm-CF	0.89333 A	17.87
T3: 90 cm-CF	0.86181 A	17.24
T4: 30 cm-SF	0.69240 B	13.85
T5: 60 cm-SF	0.74167 B	14.83
T6: 90 cm-SF	0.69789 B	13.96

\*\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0,05$

CF: Con fertilización

SF: Sin fertilización

**ANEXO 13.** Estimado de producción en kg por planta y quintales de café pergamino por hectárea.

<b>Fertilización</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Rendimiento</b>
Con fertilización	874.72 A	17.50
Sin fertilización	710.69 B	14.21

\*\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0,05$